



Title	高大連携物理教育セミナー 基礎工学研究科研究室訪問 報告
Author(s)	
Citation	高大連携物理・化学教育セミナー報告書. 2018, 29
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/67774">https://hdl.handle.net/11094/67774</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 【研究室訪問】

## 高大連携物理教育セミナー 基礎工学研究科研究室訪問 報告

日時：2017年8月8日（火）10-12時

場所：基礎工学研究科および基礎工学研究科附属極限センター 各研究室

高大連携物理教育セミナーにおける企画として、基礎工学研究科 物質創成専攻 物性系（物性物理工学領域+未来物質領域物性系）研究室訪問を行いました。これは基礎工学部電子物理科学科物性物理科学コースの8研究室から2研究室を1研究室あたり40分程度の時間で訪問してもらい最先端の物性研究の説明・装置見学・簡単な実習などを行っていただくものです。分野としては、物理の中でも物性物理と括られますが応用に近い内容から基礎的な内容まで多岐にわたり、基礎的でも意外と応用に近い研究室もあります。キーワードとしては、超伝導・光物性・シンクロトロン放射光・構造物性・超高压・計算物質科学・量子情報等となりました。研究室見学先については、あらかじめ各研究室から提示した簡単な内容紹介をまとめた要領を開催の案内と同時に送付・周知しました。参加予定の方から研究室訪問の前日までに第4希望程度までを書いていただいた調査票を提出いただいたうえで、世話人の関山がとりまとめて割り振り、8/8当日直前に各研究室に連絡しました。今回13名の方が参加しました。

当日は、まずセミナー会場であるシグマホールにて関山が基礎工学部物性コースの全体説明（別添）を15分程度で行いました。見学先の各研究室より引率者1名（教員、学生、職員）に全体説明終了までにシグマホールに来てもらうよう手配しており、全体説明終了後すぐに参加者は1回目見学先研究室への引率者のもとに集まって、そのまま見学先に向かいました。参加者には関山が作成した基礎工建物内地図およびメンバー／時間割り振り表を配布しておき、1回目見学先から2回目見学先への移動は原則10分間の移動・休憩時間中に参加者各自で行っていただきました。2回目の見学後現地解散（昼休み）と全体説明の際にアナウンスし、各自解散されました。過去の反省を生かし、1→2回目の研究室の移動については可能な範囲で関山が各研究室を回って案内・1回目見学先の先生にもご協力いただいて見学者の方を案内・指示いただくことで昨年までよりはスムーズな移動ができたように思います。

参加された高校の先生方は概ね熱心に説明を聞き、実験装置に興味をもっていただけたようです。スライドでの説明後装置見学という研究室では、装置見学の方にむしろ熱心な参加者もおられ、40分では少し時間が足りないところもあったようですが、概ね適切な時間配分だったのではないかと考えております。

研究室訪問の様子



井元研 (井元教授)



若林研 (若林准教授)



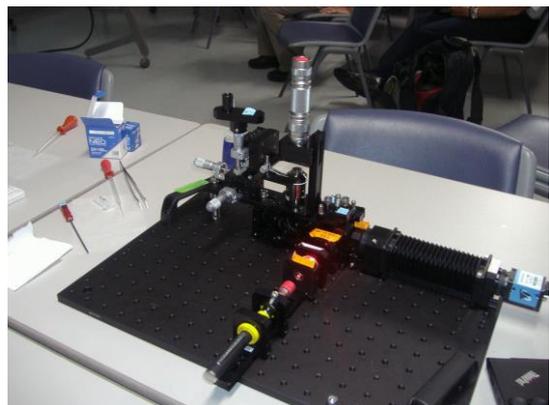
草部研 (草部准教授)



鈴木研 (三輪准教授)



石原研 (石原教授)



光圧捕捉のデモ機 (石原研)



棕田研（棕田准教授）



関山研（木須准教授）

この他に、清水研究室（基礎工学研究科科学センター）も参加して説明を行いました。  
ご協力頂いた先生方および参加された先生方、どうもありがとうございました。

# 大阪大学基礎工学部 電子物理科学科 物性物理科学コース



## 大阪大学基礎工学部って？

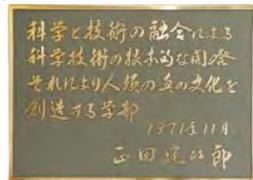


1961年創設、今年で創設56年

「**科学と技術の融合**による科学技術の根本的な開発  
それにより人類の真の文化を創造する学部」

基礎工学＝「基礎の工学あるいは工学の基礎」、**ではない！**

**Engineering Science** の訳語、つまりは「工学の科学」



## 物理学

物質の根源(ひも?)と  
時空の起源,  
それらを支配する基本法則

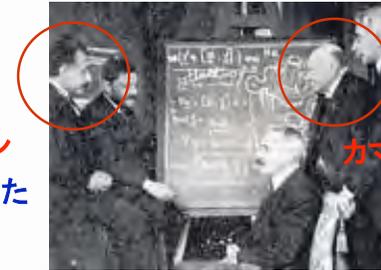
原子・分子・電子等のミクロな要素  
がマクロな数、集まり、相互作用  
することによって発現する現象  
の探求

量子力学

物性物理学

統計物理学

超伝導、超流動、磁性、半導体、レーザー、分子エレクトロニクス、  
量子情報 etc 個々の要素の基本法則だけでは理解不能



アインシュタイン  
にも解けなかった  
超伝導の謎

カマリオンネス  
(超伝導発見, 1911年)

## 物理学

物質の根源(ひも?)と  
時空の起源,  
それらを支配する基本法則

原子・分子・電子等のミクロな要素  
がマクロな数、集まり、相互作用  
することによって発現する現象  
の探求

量子力学

物性物理学

統計物理学

超伝導、超流動、磁性、半導体、レーザー、分子エレクトロニクス、  
量子情報 etc 個々の要素の基本法則だけでは理解不能

More is different !

多は異なり



P.W. Anderson  
1977 ノーベル賞





## 超伝導

超高圧下など極限環境下での新しい超伝導体を  
続々と見つけています。

(清水研)

百万気圧以上の超高圧力や超強磁場、極低温など様々な極限環境における  
新物質相を研究し、物質の成り立ちを支配する普遍的な機構に迫ります。



## スピントロニクス

実験・理論の両面から新しいスピンの  
制御方法を探っています。

(鈴木研、藤本研)

スピン注入磁化反転

電圧によるスピンの制御デバイス

科学 平成21年1月 朝日新聞  
電圧で磁石の向き制御  
大容量メモリー省エネに  
阪大など

平成22年8月 日刊工業新聞  
弱磁場で電気磁気効  
Z型六方晶  
フェライト  
阪大が室温下で

磁性体におけるスピン波の  
ホール効果の理論

電場と磁場を使ったスピン・電荷制御

磁場勾配 スピンの流れ  
磁気秩序のゆらぎ

電圧計  
電流計

## スピントロニクス

### スピントロニクスとは？

電子の二つの顔 “スピン”と“電荷”を巧みに使う



ノーベル賞公式Webサイトより

## 分子エレクトロニクス

### 分子エレクトロニクスって何？

有機材料や究極的には1個の分子を用いた電子工学

有機エレクトロニクス  
有機薄膜デバイス  
(有機EL、有機FET)

分子スケールエレクトロニクス  
単一分子デバイス

1  $\mu\text{m}$  100 nm 10 nm 1 nm

テレビディスプレイ

すでに実用化

フレキシブルディスプレイ  
フレキシブルトランジスター

カーボンナノチューブトランジスター

AND gate

分子トランジスター

萌芽的・挑戦的

# 分子エレクトロニクス

## 分子エレクトロニクスって何？

# 先端光技術

## 超伝導、スピントロニクス、分子エレクトロニクスなど様々な物質の個性を見分け、背後にある物理を理解し、新たな光技術を開発する。

(関山研、芦田研、清水研、若林研)

**光電子分光測定で金と銀の特性の違いを理解する**

平成22年4月 日刊工業新聞

**伝導電子、金と銀では別**

なだ 直接観測の手法で解明

【大阪府立大学】大阪府立大学のなだ 直樹教授らの研究グループが、金と銀の伝導電子の振る舞いを直接観測することに成功した。金と銀の伝導電子の振る舞いは、これまで理論計算によって推定されていたが、今回初めて実験的に確認された。この成果は、金属材料の設計や、量子エレクトロニクスへの応用が期待される。研究成果は、国際学術雑誌「Nature Communications」に掲載された。

**有機半導体表面の微細構造を理解する**

平成22年1月 日刊工業新聞

**レーザー光照射でナノ粒子をサイズごと選別する**

サイズ選別

光でナノ粒子操作 日刊工業新聞 平成18年8月

# 先端光技術

## 特殊な光を使って物質の個性を調べる。

様々な種類の光

周波数(Hz)	波長
$10^{22}$	10(fm)
$10^{21}$	100
$10^{20}$	1(pm)
$10^{19}$	10
$10^{18}$	100
$10^{17}$	1(nm)
$10^{16}$	10
$10^{15}$	100
$10^{14}$	1( $\mu$ m)
$10^{13}$	10
$10^{12}$	100
$10^{11}$	1(mm)
$10^{10}$	10

加速された電子が放つ光(シンクロトン放射光)

SPRING-8

レーザーが発する特殊な光

fsパルスレーザー    テラヘルツ電磁波

発生素子    検出素子

テラヘルツ時間領域分光    超高速非線形光学応答

# 量子情報

## 量子情報・量子光学って何？

「情報は、光子や電子やスピンなどの物理的実体に載っている」  
 「物理的実体をつかさどる法則は量子力学である」  
 →「量子力学に則った情報理論を組み立てたらどうなるか？」  
 →「情報処理の革命が起こる！」→「ではそれを物理的に実現しよう！」

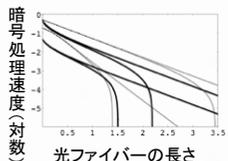
「できない」ことで有名な問題

現在の情報処理／通信技術でできないこと	量子コンピューターや量子通信で可能？
無条件安全なプライバシー通信	○(量子暗号)
選管を置かない選挙	?
巨大整数の素因数分解	○(量子コンピューター)
巨大有限体上の対数演算	○(量子コンピューター)

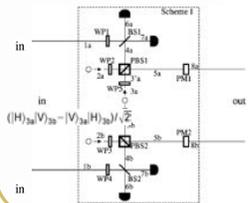
量子情報

量子暗号、量子コンピューティング、量子テレポーテーション等を新しい量子力学で実現することを目指しています。(井元研)

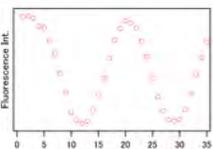
量子暗号の「現実条件下での」安全性の理論



量子演算光回路提案



スピンをを使った量子計算



個々のスピンの制御と量子計算



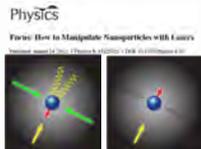
独創的な物性理論研究室 (石原研、草部研)



する事をシミュレーションにより解明。

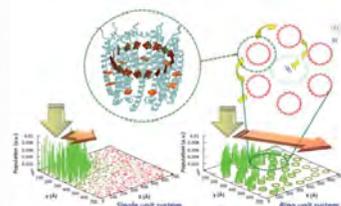
独創的な物性理論研究室 (石原研、草部研)

石原研 ナノ光物性理論

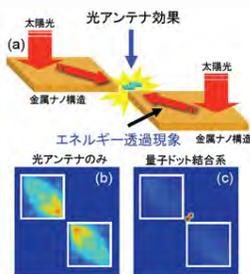


米物理学会HPで紹介された光によるナノ物質運動操作の理論的予言の紹介

光の力で微小物質の人工的構造を作製するイメージ



なぜ円か？ 光合成細菌が持つ光捕集アンテナの形の謎に迫る！ 円形アンテナが超高効率エネルギー伝達を可能にする事をシミュレーションにより解明。



人工金属構造によるナノ光アンテナにより光エネルギーが量子ドットに集中することを理論的に解明。太陽エネルギーの効率的利用技術などへ応用が期待される。

草部研 不確定性の世界を探る

基礎 量子力学と不確定性

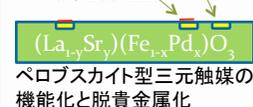


層状超伝導体の理論  
K. Kusakabe, J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 114716.

JPSI Most Cited Articles in 2013 - 2009 since Vol. 1 (1946)

Peculiar Localized State at Zigzag Graphite Edge : Mitsutaka Fujita, Katsunori Wakabayashi, Kyoko Nakada, and Koichi Kusakabe J. Phys. Soc. Jpn. 65 (1996) 1920

応用 Pd nano-particle  
Pd oxide film



K. Kusakabe & H. Kizaki Japan patent submitted #2009-204665

物性コース教員による研究成果



物性コース教員は

世界最先端の研究  
新概念・研究分野の創出

を实践することで  
国際的に高い評価を受け

数々の受賞・新聞報道  
にも現れています

- 文部科学大臣表彰(H25,H26)
- 日本磁気学会業績賞(H26)
- 井上奨励賞(H26)
- VUVX Conference Award (H28)
- 日本高圧力学会賞(H28)